



12

## Gebrauchsmuster

U1

(11) Rollennummer G 93 18 522.7

(51) Hauptklasse F15B 11/16

Nebeklasse(n) E02F 9/20

(22) Anmeldetag 03.12.93

(47) Eintragungstag 30.03.95

(43) Bekanntmachung  
im Patentblatt 11.05.95

(54) Bezeichnung des Gegenstandes  
Steuerung zur Aufteilung des Förderstromes bei  
Hydrauliksystemen auf mehrere Verbraucher

(73) Name und Wohnsitz des Inhabers  
O & K Orenstein & Koppel AG, 13581 Berlin, DE

290194

## Steuerung zur Aufteilung des Förderstromes bei Hydrauliksystemen auf mehrere Verbraucher

Die Neuerung betrifft eine Steuerung zur Aufteilung des durch mindestens eine Pumpe zur Verfügung gestellten Förderstromes bei Hydrauliksystemen auf mehrere Verbraucher nach dem lastdruckunabhängigen Prinzip bei Unterversorgung der Verbraucher durch den Förderstrom, insbesondere für Baumaschinen, wie Radlader, Grader, Bagger oder dgl.

Aus wirtschaftlichen und technischen Gründen ist man vielfach gehalten, Hydraulikanlagen so zu dimensionieren, daß der Förderstrom der Pumpe (bzw. Pumpen) bei gleichzeitiger Einspeisung in zwei oder mehr Verbraucher nicht mehr ausreicht, jedem Verbraucher den auslegungsgemäß gewünschten Förderstrom zuzuführen. Dieser Zustand wird als Unterversorgung der einzelnen Verbraucher (z.B. Zylinder) definiert und ist beispielsweise auch bei der Auslegung von Baumaschinen, insbesondere Radladern, Gradern, Baggern oder dgl., gegeben, bei denen die Wahl der Pumpengröße so erfolgt, daß der Förderstrom die geforderten Verstellzeiten der gleichzeitig betätigten oder betätigbaren Zylinder nicht mehr gewährleisten kann, was sich beispielsweise am Hub- und Kippwerk bei einem Radlader verdeutlichen läßt.

Bei einer derartigen gegebenen Unterversorgung muß nun bei der Auslegung der Hydraulikanlage entschieden werden, in welchem Maße der vorhandene Förderstrom auf die einzelnen Verbraucher aufgeteilt wird. Hydraulikanlagen mit Steuerschiebern nach dem Drosselprinzip sind nicht imstande, einen Förderstrom bei durchgeschalteten Schieberkolben aufzuteilen, da bereits bei einer geringen Druckdifferenz zwischen den Verbrauchern dem niedriger belasteten der gesamte Förderstrom zufließt.

Das lastdruckunabhängige (load sensing) System bietet hingegen die Möglichkeit, den Förderstrom nach gewissen Kriterien auf die einzelnen Verbraucher aufzuteilen. Um bei den bei dem jeweiligen Anwendungsfall gegebenen Verhältnissen den günstigsten Bewegungsablauf der durch die hydraulischen Verbraucher (z.B. Zylinder) betätigten Bauteile, wie z.B. Hubrahmen, Ausleger, usw. zu erhalten, ist es erforderlich, den Förderstrom in einem bestimmten Verhältnis aufzuteilen.

PAT2307A/1

9318500

2001.04

Bekannt sind bisher Lösungen, bei denen je nach Ausführungsform eine von äußeren Bedingungen abhängige oder feste Aufteilung gegeben ist. Dies gilt u.a. für folgende Ausführungsformen:

Druckwaagen, parallel geschaltet im Zulauf zu jedem Steuerkolben (O + P Ölhydraulik und Pneumatik, 35 (1991) Nr. 9, Seiten 717 bis 723 - Regelung hydraulischer Antriebe mit veränderlichem Versorgungsdruck). Bei Unterversorgung fließt dem Verbraucher mit dem geringeren Druckbedarf bei steigendem Differenzdruck zwischen den Verbrauchern ein zunehmend höherer Anteil des Förderstromes zu. Bei einem 50 %-igen Versorgungsgrad zweier Verbraucher mit gleicher Nenndurchflußmenge erhält der niedriger druckbelastete Verbraucher bereits bei einer dem Druckwaagenregeldruck entsprechenden Druckdifferenz zum höher belasteten Verbraucher den gesamten Förderstrom. Da der Druckwaagenregeldruck in der Größenordnung von 5-20 bar liegt, wird demnach schon bei geringen wechselnden Druckunterschieden der gesamte Förderstrom jeweils einem anderen Verbraucher zufließen.

Prioritätsdruckwaagen, hintereinander geschaltet im Zulauf zu jedem Steuerschieber. Bei gleichzeitiger Betätigung von zwei oder mehr Verbrauchern erhält im Verlauf des Pumpenkanals derjenige, welcher der Pumpe näher liegt, jeweils die Sollmenge, während der Reststrom den weiteren Verbrauchern angeboten wird. Bei einem 50 %-igen Versorgungsgrad zweier Verbraucher mit gleicher Nenndurchflußmenge erhält daher der dem Pumpenanschluß im Schieber zunächst liegende Verbraucher den vollen Förderstrom (off highway capability - wheeled loaders der Fa. Vickers).

Lastdruckunabhängige Durchflußverteilung (LUDV) infolge eines jedem Steuerschieber nachgeschalteten Kompensators, dessen bisher bekanntes System im wesentlichen aus Kolben und Feder besteht. Hierbei erhält jeder Verbraucher je nach Grad der Unterversorgung einen anteilig geringeren Förderstrom. Bei einem 50 %-igen Versorgungsgrad erhält bei zwei Verbrauchern demnach jeder 50 % seiner Nennmenge unabhängig davon, ob die Verbraucher auf gleiche oder ungleiche Nenndurchflußmenge ausgelegt sind (Katalog Mannesmann Rexroth - RD 64001/04.92, Seiten 163 bis 166 - load sensing Steuerblock Baureihe M7 mit LUDV in Mischbauart Mono + Sandwich).

PAT2307A/1

0018522

290104

Ziel des Neuerungsgegenstandes ist es, die eingangs beschriebene Steuerung so auszubilden, daß die Anforderungen an die Arbeitshydraulik, insbesondere von Baumaschinen, dergestalt erfüllt werden, daß bei Unterversorgung das Verhältnis bei gleichzeitiger Betätigung von zwei oder mehr Verbrauchern der diesen zufließenden Förderströme anders ist als das Verhältnis der Nenndurchflußmengen dieser Verbraucher, wobei dieses Verhältnis auch unbeeinflußt von den Last-(Zylinder-)Drücken sein soll.

Dieses Ziel wird bei einer Steuerung zur Aufteilung des durch mindestens eine Pumpe zur Verfügung gestellten Förderstromes bei Hydrauliksystemen auf mehrere Verbraucher nach dem lastdruckunabhängigen Prinzip bei Unterversorgung der Verbraucher, insbesondere für Baumaschinen, wie Radlader, Grader, Bagger oder dgl., dadurch erreicht, daß einem jeden einen vorgebbaren Steuerquerschnitt aufweisenden Steuerschieber ein im wesentlichen aus Kolben und Betätigungselement bestehender Kompensator nachgeschaltet ist und jeder dem Kompensator nachgeschaltete Verbraucher in Abhängigkeit vom Grad der Unterversorgung einen vorgebbaren Anteil des Förderstromes erhält, indem die Kolben der Kompensatoren durch unterschiedlich ausgeübte Kräfte ihrer Betätigungselemente die Durchtrittsquerschnitte zu den Verbrauchern mit unterschiedlichen Öffnungsdrücken freigeben.

Vorteilhafte Weiterbildungen des Neuerungsgegenstandes sind den Unteransprüchen zu entnehmen.

Um die neuerungsgemäße vorgebbare Aufteilung der Förderströme zu erreichen, wird ein Steuerschieber nach dem lastdruckunabhängigen (load sensing) Prinzip mit nachgeschalteten Kompensatoren gewählt, wobei der Öffnungsdruck der Kolben beispielsweise durch unterschiedlich gewählte Kräfte der Federn verschieden ist. Somit läßt sich über die Wahl unterschiedlicher Federkräfte sowie die Dimensionierung der Querschnittsöffnungen der Schieber der Förderstrom in Abhängigkeit vom Maß des durch den maximalen Förderstrom der Pumpe (bzw. Pumpen) sich ergebenden Grades der Unterversorgung im Sinne einer Priorität zwischen zwei oder mehr Verbrauchern beliebig aufteilen.

Der Öffnungsdruck der Kolben kann neben den Federn als Betätigungselement auch durch hydraulisch, pneumatisch oder elektromagnetisch belastete

PAT2307A/1

9318520

Stößel bewirkt werden, wobei diese Lösungen auf einfache Weise eine Veränderung des Öffnungsdruckes auch im Betriebszustand der Maschine erlauben. Ebenfalls denkbar ist eine Kombination aus Feder und Stößel mit einem vorgegebenen bzw. vorgebbaren Aufteilungsverhältnis der Kräfte, welche den Gesamtöffnungsdruck bewirken.

Infolge der sich in Abhängigkeit der Betätigung der Steuerschieber ergebenden Prioritäten, können vorteilhafterweise sich einander überlagernde Bewegungen durchgeführt werden, die den Bedienkomfort der jeweiligen Maschine erheblich verbessern. Ebenso vorteilhaft wirkt sich die Neuerungsgemäße Anordnung aus, falls die Hydraulikanlage so betätigt wird, daß für einen Verbraucher der volle Querschnitt des Steuerschiebers freigegeben wird und für einen oder wahlweise auch mehrere andere Verbraucher der freizugebende Steuerquerschnitt laufend verändert wird. Wird beispielsweise wie bei der Bedienung eines Radladers üblich der Handhebel für das Hubwerk voll durchgezogen, während der Hebel für das Kippwerk je nach den augenblicklichen Erfordernissen der Materialaufnahme betätigt wird, stellt sich der vorab beschriebene Zustand ein.

Bei einem Bagger wäre der vorab beschriebene Vorgang der Bewegungsüberlagerung beispielsweise dann gegeben, wenn gleichzeitig die Zylinder für Ausleger, Stiel und Löffel betätigt würden.

Die Neuerung ist anhand eines Ausführungsbeispiels in der Zeichnung dargestellt und wird wie folgt beschrieben. Es zeigen:

- Figur 1 - Prinzipskizze eines LUDV-Schiebers mit den neuerungsgemäßen Merkmalen
- Figur 2 - Prinzipskizze eines Baggers
- Figur 3 - Prinzipskizze eines Radladers
- Figur 4 - graphische Darstellung der Aufteilung des Förderstromes für einen der Verbraucher gemäß Figur 1

29.01.94

Figur 5 - graphische Darstellung der Versorgungsgrade von zwei Verbrauchern sowie des Gesamtsystems.

Das in Figur 1 dargestellte, z.B. für einen Radlader 1 gemäß Figur 3, verwendbare Hydrauliksystem beinhaltet eine einzelne mit einem Load-Sensing-Regler 19 ausgerüstete Verstellpumpe 20, die über eine Zuflußleitung 21 mit Steuerschiebern 22,23 in Wirkverbindung steht. Die Steuerschieber 22,23 sind mit je nach Auslegung gleichen oder unterschiedlichen Steuerquerschnitten  $A_1$  und  $A_2$  versehen. Über weitere Leitungen 24,25 ist den Steuerschiebern 22,23 jeweils ein Kompensator 26,27 nachgeschaltet, der in diesem Beispiel in vereinfachter Darstellung einen Kolben 28,29 und eine Feder 30,31 als Betätigungselement beinhaltet. Andere Betätigungselemente, wie z.B. hydraulisch, pneumatisch oder elektromagnetisch betätigbare Stößel, sind ebenfalls ausführbar. Über weitere Leitungen 32,33 stehen die Kompensatoren 26,27 mit den nachgeschalteten Verbrauchern, hier die Hydraulikzylinder 8,9 gemäß Figur 1 dargestellt, in Wirkverbindung. Die Verbraucher 8,9 werden hierbei mit unterschiedlichen Drücken  $p_1$  und  $p_2$  durch die auf sie wirkenden äußeren Kräfte beaufschlagt. Bei einem Radlader 1 oder Bagger 10 sind dies beispielsweise die Hub- und Reiß- bzw. Grabkräfte bei der Materialaufnahme, bei einem Grader können dies die auf die Schar einwirkenden Schnittkräfte sein.

Bei Betätigung der Steuerschieber 22,23 des nach dem lastdruckunabhängigen Prinzip arbeitenden Hydrauliksystems wird neuerungsgemäß der Förderstrom der Verstellpumpe 20 in einem vorgebbaren Verhältnis aufgeteilt, indem die Öffnungsdrücke der Kolben 28,29 durch unterschiedlich gewählte Kräfte der Federn 30,31 verschieden sind.

Zum besseren Verständnis des neuerungsgemäßen Hydrauliksystems sind hier lediglich zwei Verbraucher 8,9 dargestellt, deren Anzahl jedoch auch höher sein kann, wie z.B. bei Baggern oder Gradern. Gleiches gilt auch für die Anzahl der gemeinsam in die Zuflußleitung 21 einspeisenden Pumpen. Der jeweils höchste Verbraucherdruck (in diesem Beispiel  $p_1$ ) wird über ein Wechselventil 34 über die Leitung 35 dem Regler 19 der Verstellpumpe 20 gemeldet. Desweiteren wird der höchste Druck  $p_1$  auch über die Leitung 36 auf die Federseite der Kolben 28,29 übertragen. Der Schließ-

PAT2307A/1

93 185 22

29.01.94

druck des Kolbens 28 setzt sich somit zusammen aus dem höchsten Verbraucherdruck  $p_1$  und dem Druck  $p_{F1}$  der von der zugehörigen Feder 30 stammt; der des Kolbens 29 liegt bei  $p_1$  plus  $p_{F2}$ , wobei  $p_{F1}$  und  $p_{F2}$  jenen Drücken auf der Kolbenstirnseite entsprechen, welche der jeweiligen Federkraft das Gleichgewicht halten. Die Verstellpumpe 20 gibt bei normaler Versorgung der Verbraucher 8,9 solange einen Förderstrom mit einem um den load sensing Differenzdruck  $p_{LS}$  über dem höchsten Lastdruck  $p_1$  liegenden Druck  $p_p$  ab, solange die bei Betätigung der Steuerschieber 22,23 freigegebenen Steuerquerschnitte  $A_1$ ,  $A_2$  so klein gehalten werden, daß der gesamte Förderstrom kleiner oder höchstens gleich dem maximalen Förderstrom  $Q_{max}$  der Verstellpumpe 20 ist. Jeder der Verbraucher 8,9 erhält bis zur Sättigungsgrenze die durch den Querschnitt  $A_1$ ,  $A_2$  vorgegebene Sollmenge  $Q_{1S}$ ,  $Q_{2S}$ , die sich für den Verbraucher 8 errechnet mit

$$Q_{1S} = k \times A_{1S} \times \sqrt{p_p - (p_1 + p_{F1})}$$

Analog ist der Wert für den Verbraucher 9

$$Q_{2S} = k \times A_{2S} \times \sqrt{p_p - (p_1 + p_{F2})}$$

Im Wert  $k$  sind die physikalischen Größen und die Umrechnungsfaktoren der Strömungsgleichung sowie die Strahlkontraktionszahl berücksichtigt. Der sich am jeweiligen Steuerquerschnitt  $A_1$ ,  $A_2$  einstellende, die Durchflußmenge bestimmende Differenzdruck beträgt daher

$$p_p - (p_1 + p_{F1})$$

bzw.

$$p_p - (p_1 + p_{F2})$$

Weil jedoch bei Sättigung auch für beide Verbraucher gleichermaßen gilt:

$$p_p = p_{LS} + p_1$$

werden die Ölströme zu den Verbrauchern 8,9

PAT2307A/1

93.185.02

29.01.94

$$Q_{1S} = k \times A_{1S} \times \sqrt{p_{LS} - p_{F1}}$$

bzw.

$$Q_{2S} = k \times A_{2S} \times \sqrt{p_{LS} - p_{F2}}$$

Im Sättigungspunkt ist daher der maximale von der Verstellpumpe 20 lieferbare Förderstrom gleich

$$Q_{\max} = Q_{1S} + Q_{2S}$$

Werden nun durch eine weitere Betätigung der Steuerschieber 22,23 die freigegebenen Querschnitte  $A_1$  und  $A_2$  weiter vergrößert, so tritt der Zustand der Unterversorgung ein, da die Verstellpumpe 20 aufgrund ihrer Auslegung nun nicht mehr in der Lage ist, die seitens der Steuerschieber 22,23 angeforderten Förderströme aufzubringen. Der von der Verstellpumpe 20 gelieferte Förderstrom wird mit  $p_x$  dann einen Wert aufweisen, der um weniger als  $p_{LS}$  über dem höchsten Lastdruck  $p_1$  liegt und daher niedriger als der Pumpendruck  $p_p$  bei Sättigung ist. Dies aus dem Grund, weil der von der Verstellpumpe 20 gelieferte maximale Ölstrom  $Q_{\max}$  jetzt zum Durchtritt durch die Querschnitte  $A_1$  und  $A_2$  nur ein geringeres Druckgefälle benötigt. Der Förderstrom  $Q_{\max}$  teilt sich nun auf nach

$$Q_1 = k \times A_1 \times \sqrt{p_x - p_{F1}}$$

bzw.

$$Q_2 = k \times A_2 \times \sqrt{p_x - p_{F2}}$$

War das Verhältnis der Förderströme bei Sättigung

$$\frac{Q_{2S}}{Q_{1S}} = \frac{k \times A_{2S} \times \sqrt{p_{LS} - p_{F2}}}{k \times A_{1S} \times \sqrt{p_{LS} - p_{F1}}}$$

ist es bei Unterversorgung

PAT2307A/1

93.10.92



29.01.94

$$\frac{Q_2}{Q_1} = \frac{k \times A_2 \times \sqrt{p_x - p_{F2}}}{k \times A_1 \times \sqrt{p_x - p_{F1}}}$$

d.h. bei Unterversorgung fließt mit  $Q_2$  ein größerer Teil des Ölstroms dem Verbraucher 9 zu, der über den Kompensator 27 mit der geringeren Federkraft und damit mit dem Öffnungsdruck  $p_{F2}$  des Kolbens 29 versorgt wird.

Ein Zahlenbeispiel soll die vorstehenden theoretischen Annahmen verdeutlichen. Wird zur Vereinfachung der Rechnung angenommen, daß  $A_{2S}$  gleich  $A_{1S}$  ist und dieses Verhältnis 1:1 auch bei weiterer Schieberöffnung beibehalten wird, so daß auch  $A_2$  gleich  $A_1$  bleibt, dann gilt bei folgender Auslegung von Pumpenregler 19 und Kompensatoren 28,29 folgendes:

- load sensing Differenzdruck:  $p_{LS} = 14$  bar
- Öffnungsdruck durch Federkraft:  $p_{F1} = 10$  bar
- Öffnungsdruck durch Federkraft:  $p_{F2} = 4$  bar.

Das Aufteilungsverhältnis  $Q_{2S}:Q_{1S}$  ergibt sich demzufolge bei Sättigung

$$\frac{Q_{2S}}{Q_{1S}} = \frac{\sqrt{14 - 4}}{\sqrt{14 - 10}} = 1,58$$

Sinkt nun der Versorgungsgrad durch entsprechende weitere Querschnittsfreigabe  $A_1$  und  $A_2$  soweit ab, daß bereits bei einem Überdruck von z.B.  $p_x = 11$  bar über dem höchsten Lastdruck  $p_1$  der gesamte Förderstrom den Verbrauchern 8 und 9 zufließen kann, so ergibt sich als Aufteilungsverhältnis

$$\frac{Q_2}{Q_1} = \frac{\sqrt{11 - 4}}{\sqrt{11 - 10}} = 2,64$$

Es fließt also wunschgemäß mit  $Q_2$  ein höherer Anteil des Förderstromes  $Q_{max}$  dem Verbraucher 9 zu.

PAT2307A/1

90.18502

230104

Man kann nun durch weitere Änderung der Steuerquerschnitte  $A_1$  und  $A_2$  zu einer Stellung gelangen, bei der Vollpriorität für den Verbraucher 9 gegeben ist, d.h. diesem der gesamte Förderstrom  $Q_{\max}$  zufließt. Dies ist dann der Fall, wenn der Grad der Unterversorgung so hoch wird, daß der Pumpenüberdruck  $p_x$  auf den Wert  $p_{F1}$  sinkt, weil dann der Kompensator 26 für den Verbraucher 8 nicht mehr öffnet. Dann gilt

$$\frac{Q_2}{Q_1} = \frac{\sqrt{10 - 4}}{\sqrt{10 - 10}} = \infty$$

Dies ist der Fall bei  $Q_1$  gleich 0 l/min.

Somit läßt sich beispielsweise über die Wahl unterschiedlicher Federkräfte sowie die Dimensionierung der Steuerquerschnitte  $A_1$ ,  $A_2$  der Schieber 22,23 der Förderstrom in Abhängigkeit vom Maß des durch den maximalen Förderstrom der Verstellpumpe 20 sich ergebenden Grades der Unterversorgung der Förderstrom im Sinne einer Priorität zugunsten des Verbrauchers 9 gegenüber dem Verbraucher 8 beliebig aufteilen.

Im Vorstehenden wurde dargestellt, wie sich das Aufteilungsverhältnis bei gleichzeitiger Veränderung der Durchtrittsquerschnitte ergibt. Ebenso vorteilhaft wirkt sich die neuerungsgemäße Anordnung aus, falls die Hydraulikanlage so betätigt wird, daß für einen Verbraucher, z.B. 8, der volle Steuerquerschnitt  $A_1$  freigegeben wird und bei dem anderen Verbraucher 9 der freizugebende Steuerquerschnitt  $A_2$  laufend verändert wird. Dies trifft z.B. speziell auf Baumaschinen, insbesondere auf die Betriebsweise eines Radladers, zu, bei dem der Handhebel für den Hubrahmenzylinder 8 voll durchgezogen wird, während der Hebel für den Kippwerkzylinder 9 in Abhängigkeit der augenblicklichen Erfordernisse der Materialaufnahme betätigt wird. Analoges gilt für den Betrieb eines Baggers 10, bei dem die Handhebel für den Ausleger 13 und den Stiel 14 voll durchgezogen werden, während der Ladeschaufelzylinder 18 variabel betätigt wird.

Figur 2 zeigt einen Hydraulikbagger 10, der einen gegenüber einem Unterwagen 11 drehbaren Oberwagen 12 aufweist, wobei am Oberwagen 12 eine aus

PAT2307A/1

9318522

Ausleger 13 und Stiel 14 bestehende Ausrüstung angelenkt ist. Der Stiel 14 wiederum trägt an seinem freien Ende eine schwenkbare Ladeschaufel 15. Der Ausleger 13 ist über Hydraulikzylinder 16 gegenüber dem Oberwagen 12 bewegbar, während der Stiel 14 mittels eines weiteren Zylinders 17 betätigbar ist. Die Schwenkbewegung der Ladeschaufel 15 gegenüber dem Stiel 14 wird ebenfalls durch einen Hydraulikzylinder 18 herbeigeführt.

Die Verbraucher 8,9 gemäß Figur 3 und die Verbraucher 16-18 gemäß Figur 2 werden jeweils durch eine oder mehrere nicht weiter dargestellte Verstellpumpe(n) versorgt, deren gesamter Förderstrom der Nenndurchflußmenge lediglich eines der Verbraucher (Figur 3) bzw. etwa zweier Verbraucher (Figur 2) entspricht. Werden gemäß Figur 3 nun beide Verbraucher 8,9 voll beaufschlagt, so reicht der durch die Pumpe zur Verfügung gestellte Förderstrom nicht aus, um beide Verbraucher 8,9 mit dem jeweils geforderten Förderstrom zu versorgen. Die bisher bekannten, aber bei Unterversorgung unbefriedigenden Techniken sind in der Beschreibungseinleitung dargelegt. Das Wesen der Neuerung ist in den Figuren 1, 4 und 5 angesprochen.

Figur 3 zeigt einen Radlader 1, der im wesentlichen aus folgenden Bauteilen besteht:

einem Vorderwagen 2, einem Hinterwagen 3, die beide über ein Knickgelenk 4 miteinander verbunden sind. Im Bereich des Vorderwagens 2 ist ein Hubgerüst 5 vorgesehen, das an seinem freien Ende eine Ladeschaufel 7 trägt. Das Hubgerüst 5 ist über als Verbraucher ausgebildete Hydraulikzylinder 8 heb- und senkbar, während die Schaufel 7 durch einen weiteren Verbraucher in Form eines Hydraulikzylinders 9 an- und auskippar ist.

Figur 4 zeigt in graphischer Darstellung den Anteil  $Q_2$  des Verbrauchers 9 am gesamten Förderstrom  $Q_{\max}$  gemäß Figur 1, unter der Annahme, daß der Steuerquerschnitt  $A_1$  für den Verbraucher 8 in allen Betriebszuständen voll geöffnet ist. Der Figur 4 liegt die Annahme zugrunde, daß der Steuerquerschnitt  $A_1$ ,  $A_2$  eines jeden Steuerschiebers 22,23 so ausgelegt ist, daß bei alleiniger Betätigung der maximale Pumpenförderstrom  $Q_{\max}$  beim gegebenen load sensing Differenzdruck  $p_{LS}$  durchtreten kann. In der Ordinate ist der prozentuale Anteil  $Q_2$  des gedrosselten Verbrauchers 9 am

290104

Gesamtförderstrom  $Q_{\max}$  aufgetragen, während auf der Abszisse das Verhältnis  $A_2/A_{2\max}$  des momentanen Öffnungsquerschnittes zum größtmöglichen Steuerquerschnitt des Steuerschiebers 23 dargestellt ist.

Das bestimmte vorgewählte Anteilsverhältnis  $Q_2/Q_{\max}$  (wobei sich über die Beziehung  $Q_1 = Q_{\max} - Q_2$  auch das Aufteilungsverhältnis  $Q_2/Q_1$  errechnen läßt) ergibt sich bei den beiden Schiebern 22,23 im ganz geöffneten Zustand aus der Festlegung von  $p_{LS}$ ,  $p_{F1}$  und  $p_{F2}$ . Dieses Verhältnis wird nach den spezifischen Anforderungen der jeweiligen Maschine ausgewählt. In Figur 4 ist das Aufteilungsverhältnis  $Q_2/Q_{\max}$  und damit mittelbar auch  $Q_2/Q_1$  mit dem diesen bestimmenden Wert

$$W = \frac{p_{F1} - p_{F2}}{p_{LS} - p_{F1}}$$

als Parameter aufgetragen.

Bei den bekannten Systemen mit lastdruckunabhängiger Durchflußverteilung, abgekürzt als LUDV bezeichnet, d.h. mit zwei gleich starken Federn ( $p_{F1} = p_{F2}$ ) ergibt sich bei 50 %-iger Unterversorgung der Verbraucher 8,9 mit gleich großen Nenndurchflußmengen ergibt sich bei Voraussetzung der Parameter des vorangegangenen Zahlenbeispiels

$$W = \frac{4 - 4}{14 - 4} = 0$$

und damit eine Aufteilung bei maximalem Steuerquerschnitt  $A_{2\max}$  von

$$\frac{Q_2}{Q_{\max}} = 0,50 \quad \text{bzw.} \quad \frac{Q_2}{Q_1} = 1,0.$$

Bei lastdruckunabhängigen Systemen neuerungsgemäßer Bauart, d.h. mit zwei unterschiedlich stark ausgebildeten Federn 12,13 und 50 %-iger Un-

PAT2307A/1

0318522

29.01.94

terversorgung der Verbraucher 8,9 mit gleich großen Nenndurchflußmengen errechnet sich beispielsweise

$$W = \frac{10 - 4}{14 - 10} = 1,5$$

Die Aufteilung bei  $A_{2\max}$  beträgt jetzt

$$\frac{Q_2}{Q_{\max}} = 0,786 \quad \text{bzw.} \quad \frac{Q_2}{Q_1} = \frac{0,786}{(1 - 0,786)} = 3,67$$

Bei zunehmender Vergrößerung von  $W$  erhöht sich der Anteil des dem Verbraucher 9 zufließenden Förderstromes  $Q_2$  am Gesamtförderstrom  $Q_{\max}$  bis hin zum theoretischen Wert  $W = \infty$ , so daß rein rechnerisch Vollpriorität gegeben wäre, was bedeutet, daß dem Verbraucher 9 der gesamte Förderstrom  $Q_{\max}$  zufließt.

Die zwischen der oberen ( $W = \infty$ ) und der unteren Kurve ( $W = 0$ ) liegenden Kurvenzüge stellen vorgebbare Aufteilungsverhältnisse des Förderstromes  $Q_{\max}$  dar, die bei der Auslegung der Baumaschine, je nach angestrebter Funktion, Berücksichtigung finden können.

Mit zunehmender Verringerung des Steuerquerschnittes  $A_2$  unter Beibehaltung des maximalen Steuerquerschnittes  $A_1$  wird sich der Anteil des Ölstromes  $Q_2$  gemäß den dargestellten Kurvenzügen ändern. Diese Verläufe errechnen sich aus der Strömungsgleichung unter Berücksichtigung der Tatsache, daß der Grad der Versorgung, der nach Darstellung der Figur 4 bei beiden Steuerquerschnitten  $A_1, A_2$  im ganz geöffneten Zustand bei 50 % liegt, bei Verringerung des Steuerquerschnittes  $A_2$  auf höhere Werte ansteigt. Dies deshalb, weil die Sollmenge für den Verbraucher 8 dabei unverändert bleibt, für den Verbraucher 9 hingegen wegen der Verringerung des Steuerquerschnittes  $A_2$  sinkt. Bezogen auf den unverändert bleibenden Pumpenförderstrom  $Q_{\max}$  ergibt sich somit ein höherer Versorgungsgrad des Verbrauchers 8, d.h. ein geringeres Maß an Unterversorgung.

PAT2307A/1

93.18522

29.01.94

Die Versorgungsgrade, jeweils definiert als das Verhältnis des Ist- zum Sollförderstrom, sind für einen angenommenen Pumpenförderstrom von  $Q_{\max} = 100 \text{ l/min}$  und dem im Vorstehenden beispielhaft angenommenen Wert von  $W = 1,5$  in Abhängigkeit vom Verhältnis des Öffnungsquerschnittes  $A_2/A_{2\max}$  des Steuerschiebers 23 in Figur 5 aufgetragen. Der Steuerquerschnitt  $A_1$  des Steuerschiebers 22 ist dabei voll geöffnet.

Für den Versorgungsgrad  $V_2$  des Verbrauchers 9 gilt

$$V_2 = \frac{Q_{2\text{ist}}}{Q_{2\text{soll}}} = \frac{Q_{2\text{ist}}}{(A_2/A_{2\max}) \times 100}$$

sowie für den Versorgungsgrad  $V_1$  des Verbrauchers 8

$$V_1 = \frac{Q_{1\text{ist}}}{Q_{1\text{soll}}} = \frac{Q_{1\text{ist}}}{100}$$

Der Gesamtversorgungsgrad  $V_g$  des Systems ist definiert mit

$$V_g = \frac{Q_{\max}}{Q_{1\text{soll}} + Q_{2\text{soll}}} = \frac{100}{100 + (A_1/A_{2\max}) \times 100} = \frac{1}{1 + A_2/A_{2\max}}$$

Mit zunehmendem Öffnen des Steuerquerschnittes  $A_2$ , was einen ansteigenden Grad der Unterversorgung des Gesamtsystems bedeutet, sinkt der Versorgungsgrad  $V_2$  des Verbrauchers 9 weniger ab als der Versorgungsgrad  $V_1$  des Verbrauchers 8, d.h. der Grad der Priorität des Verbrauchers 9 steigt mit dem Grad der Unterversorgung gegenüber dem anderen Verbraucher 8 an.

290194

Diese Werte in Figur errechnen sich gemäß folgender Tabelle:

$\frac{A_2}{A_{2\max}}$	$Q_2$	$Q_1$	$V_2$	$V_1$	$V_g$
-	l/min	l/min	-	-	-
0,0		100	1,00	1,00	1,00
0,1	9,6	90,4	0,960	0,904	0,909
0,2	18,6	81,4	0,930	0,814	0,833
0,3	27,0	73,0	0,900	0,730	0,769
0,4	35,1	64,9	0,878	0,649	0,714
0,5	42,8	57,2	0,858	0,572	0,667
0,6	50,2	49,8	0,837	0,498	0,625
0,7	57,4	42,6	0,820	0,426	0,588
0,8	64,5	35,5	0,806	0,355	0,556
0,9	71,6	28,4	0,796	0,284	0,526
1,0	78,6	21,4	0,786	0,214	0,500

PAT2307A/1

9318522

03.10.93

### Schutzansprüche

1. Steuerung zur Aufteilung des durch mindestens eine Pumpe zur Verfügung gestellten Förderstromes bei Hydrauliksystemen auf mehrere Verbraucher (8,9) nach dem lastdruckunabhängigen Prinzip bei Unterversorgung der Verbraucher (8,9) durch den Förderstrom, insbesondere für Baumaschinen, wie Radlader (1), Grader, Bagger (10) oder dgl., wobei einem jeden einen vorgebbaren Steuerquerschnitt ( $A_1$ ,  $A_2$ ) aufweisenden Steuerschieber (22,23) ein im wesentlichen aus Kolben (28,29) und Betätigungselement (30,31) bestehender Kompensator (26,27) nachgeschaltet ist und jeder dem Kompensator (26,27) nachgeschaltete Verbraucher (8,9) in Abhängigkeit vom Grad der Unterversorgung einen vorgebbaren Anteil des Förderstromes  $Q_{\max}$  erhält, indem die Kolben (28,29) der Kompensatoren (26,27) durch unterschiedliche ausgeübte Kräfte ihrer Betätigungselemente (30,31) die Durchtrittsquerschnitte zu den Verbrauchern (8,9) mit unterschiedlichen Öffnungsdrücken freigeben.
2. Steuerung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der jeweilige Kolben (28,29) des Kompensators (26,27) durch mechanische Federkraft oder durch eine pneumatisch, hydraulisch oder elektromagnetisch erzeugte Kraft beaufschlagbar ist.
3. Steuerung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der jeweilige Kolben (28,29) durch eine Kombination aus mechanischer Feder und pneumatischer, bzw. hydraulischer oder elektromagnetischer Betätigung mit Kraft beaufschlagbar ist.
4. Steuerung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß das Aufteilungsverhältnis der Kräfte aus mechanischer Feder und pneumatischer bzw. hydraulischer oder elektromagnetischer Betätigung, welche den Gesamtöffnungsdruck bewirken, vorgebbar einstellbar ist.

03.10.93



03.12.93

5. Steuerung nach Anspruch 1 mit Kompensatoren (26,27), die jeweils einen Kolben (28,29) und eine Feder (30,31) als Betätigungselement beinhalten, dadurch gekennzeichnet, daß die Öffnungsdrücke ( $p_{F1}$ ,  $p_{F2}$ ) der Kolben (28,29) durch unterschiedlich gewählte Kräfte der Federn (30,31) einstellbar sind.
6. Steuerung nach den Ansprüchen 1 und 5, dadurch gekennzeichnet, daß durch die unterschiedlichen Federkräfte sowie durch die unterschiedliche Dimensionierung der Steuerquerschnitte ( $A_1$ ,  $A_2$ ) der Schieber (22,23) des Förderstromes ( $Q_{max}$ ) in Abhängigkeit vom Maß des durch den maximalen Förderstrom ( $Q_{max}$ ) der Pumpe (20) sich ergebenden Grades der Unterversorgung der einzelnen Verbraucher (8,9) im Sinne einer Priorität zugunsten des Verbrauchers (9) aufteilbar ist, der über den Kompensator (27) mit der geringeren Federkraft versorgt wird.
7. Steuerung nach den Ansprüchen 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß der Grad der Priorität einzelner Verbraucher (9) mit dem Grad der Unterversorgung gegenüber den anderen Verbrauchern (8) ansteigt.

PAT2307A

93.12.93

200194

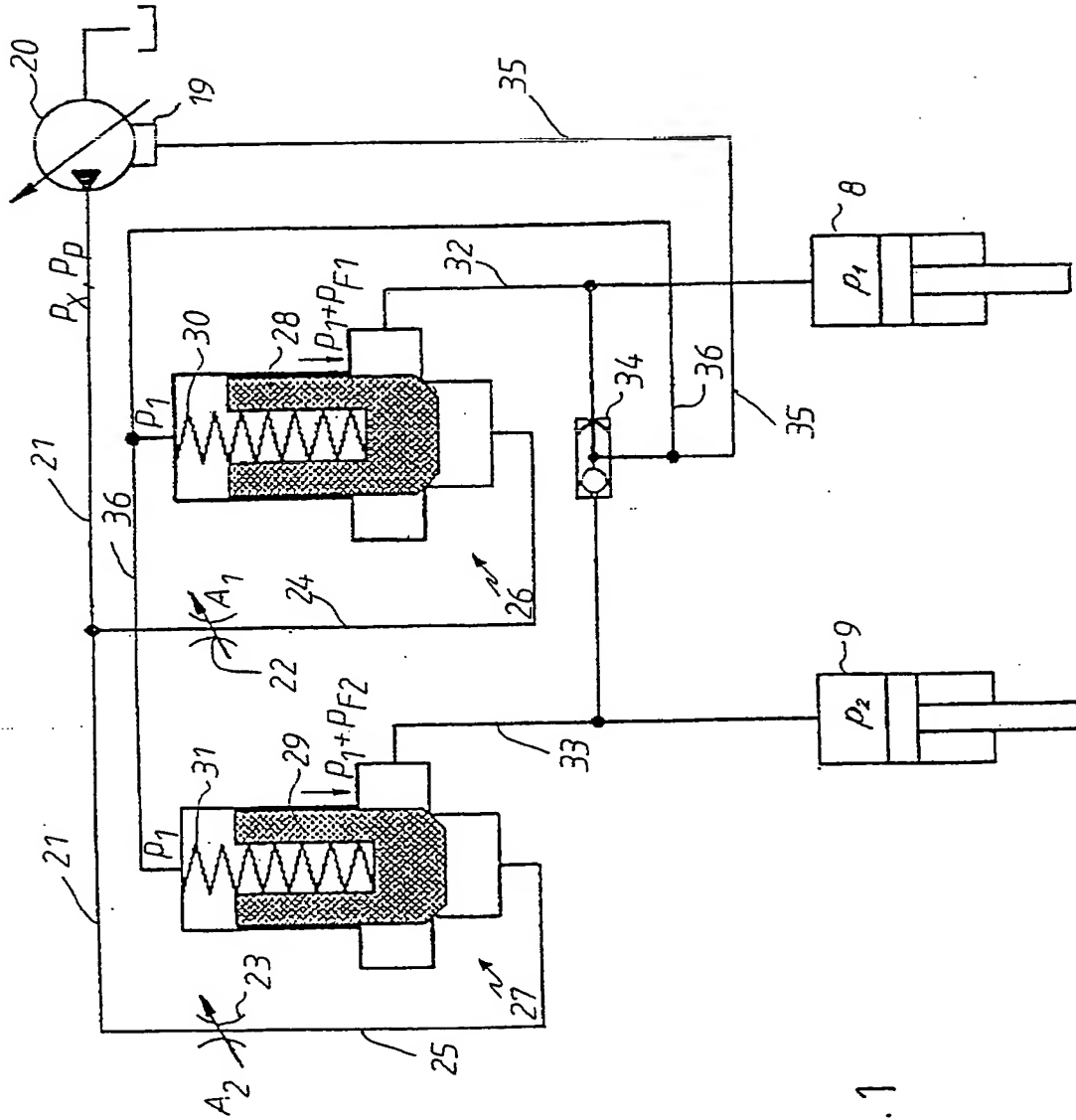


Fig.1

9318522

29.01.94

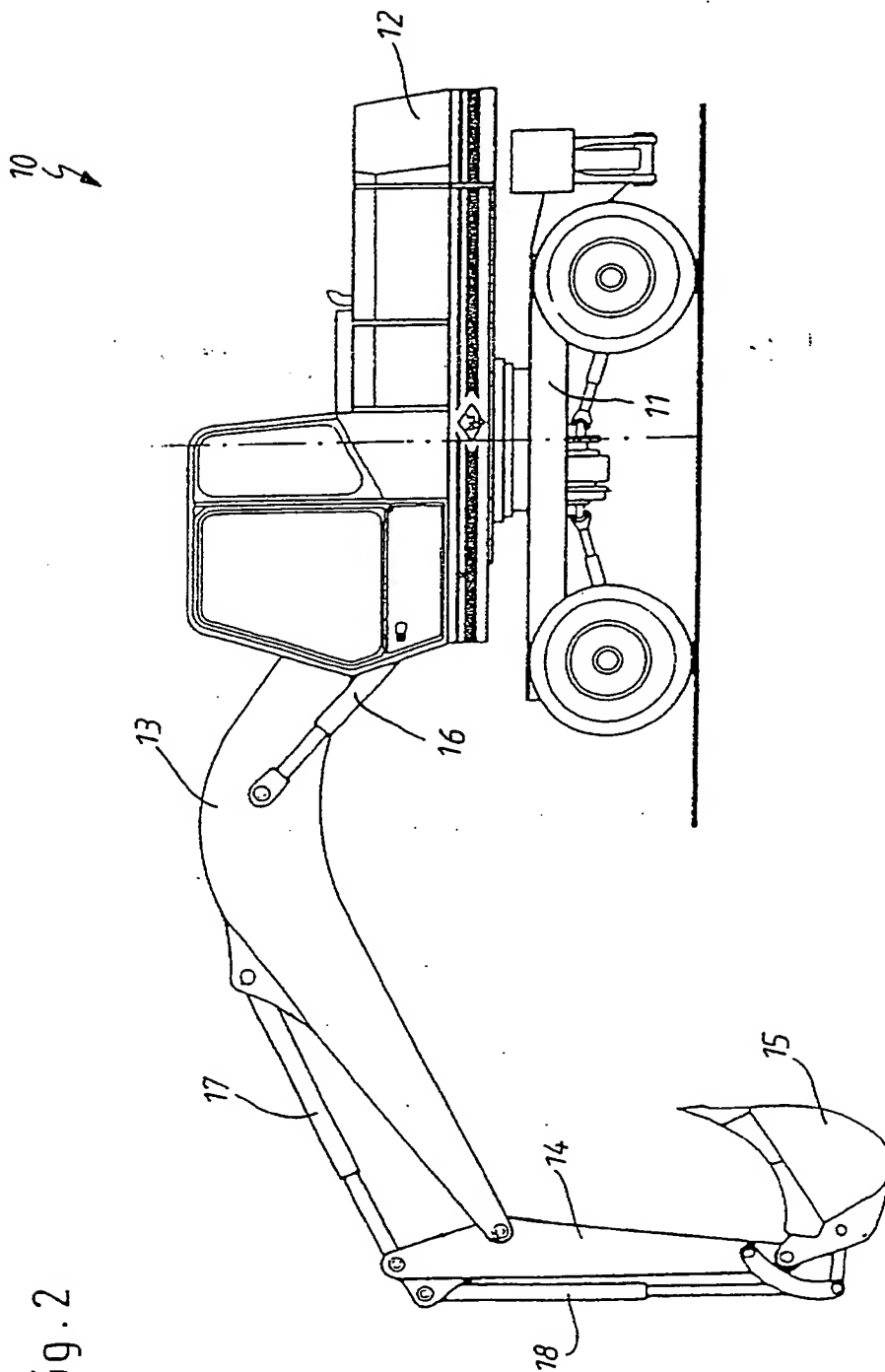


Fig. 2

93 18522

29.01.94

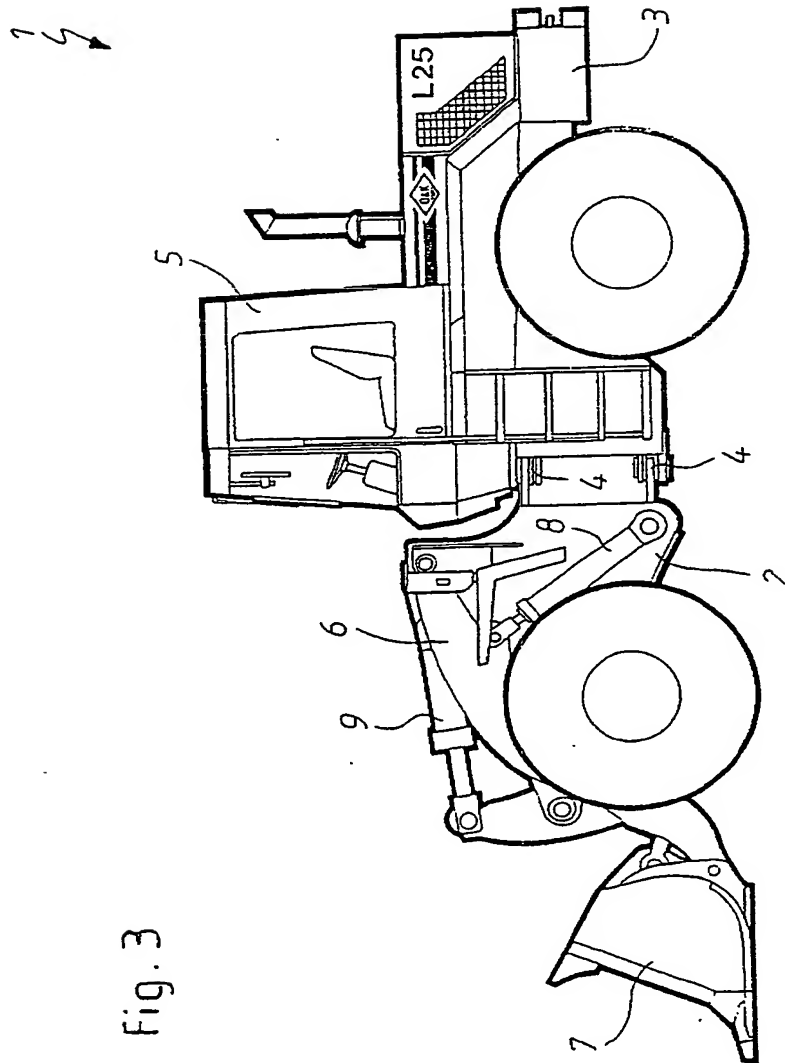


Fig. 3

9318522

9318522U1\_1\_1

9318522U1\_1\_1

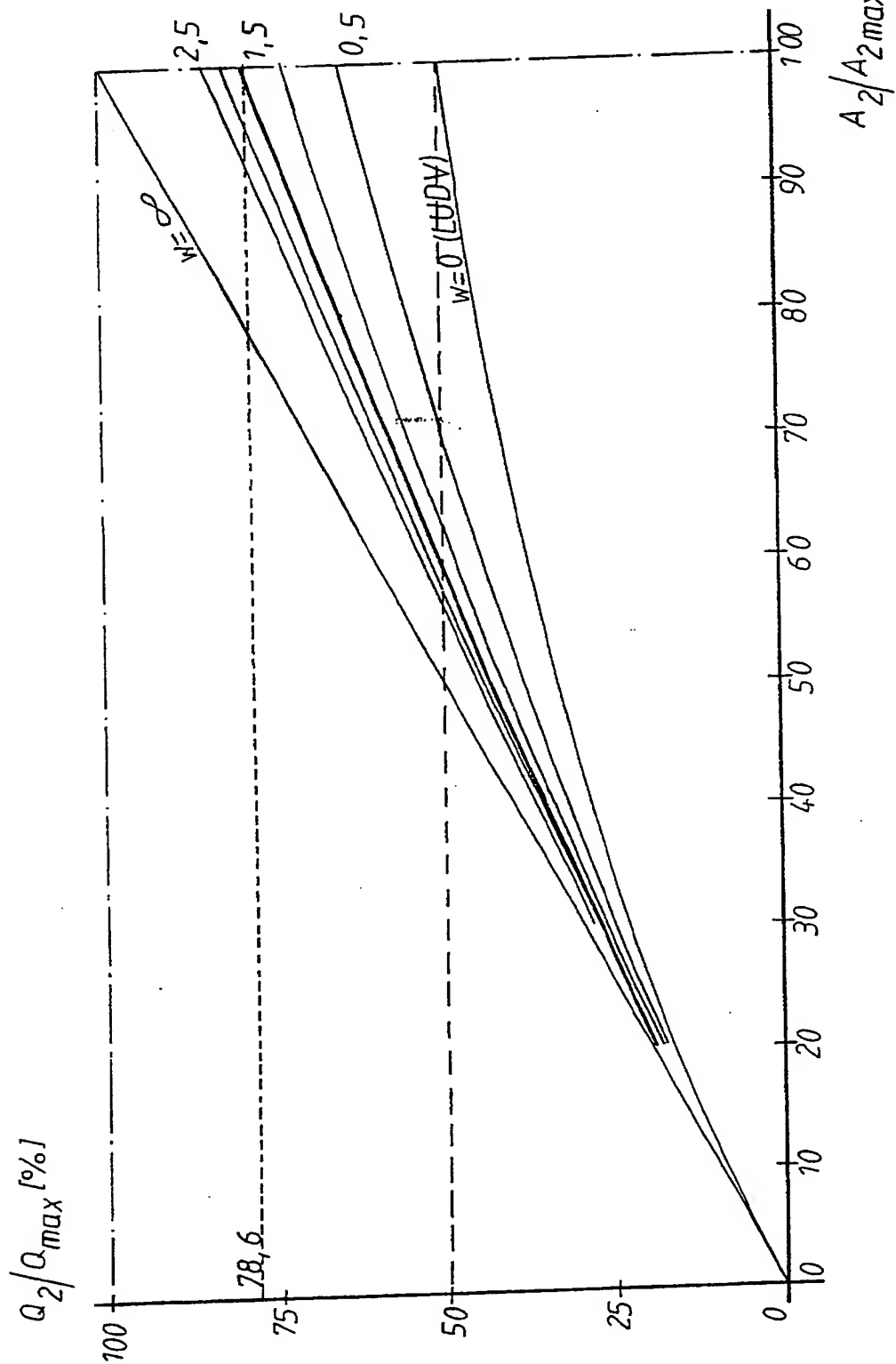


Fig.4

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internat. les Aktenzeichen  
PCT/EP 95/01642

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES  
IPK 6 F15B11/16 F15B11/05

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)  
IPK 6 F15B

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
P,A	DE,U,93 18 522 (O & K ) 30.März 1995 siehe das ganze Dokument ----	1-18
A	EP,A,0 053 323 (LINDE) 9.Juni 1982 siehe das ganze Dokument ----	1-18
A	EP,A,0 566 449 (REXROT-SIGMA) 20.Oktober 1993 in der Anmeldung erwähnt siehe das ganze Dokument -----	1-18

☐ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfindersicher Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfindersicher Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"G" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

28.September 1995

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

10.10.95

Name und Postanschrift der Internationale Recherchenbehörde  
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Christensen, C

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internales Aktenzeichen

PCT/EP 95/01642

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE-U-9318522	30-03-95	KEINE	
EP-A-53323	09-06-82	DE-A- 3044144	09-09-82
		JP-C- 1747057	25-03-93
		JP-B- 2049405	30-10-90
		JP-A- 57116965	21-07-82
		US-A- 4425759	17-01-84
EP-A-566449	20-10-93	FR-A- 2689575	08-10-93
		JP-A- 6058305	01-03-94
		US-A- 5305789	26-04-94